

Light-emitting semiconductor wafer manufacturing method has uppermost of epitaxial layers applied to substrate surface metallized before attached to carrier substrate

Patent number: DE10017336
Publication date: 2001-10-18
Inventor: BRAUN MATTHIAS (DE)
Applicant: VISHAY SEMICONDUCTOR GMBH (DE)
Classification:
- international: H01L33/00; H01S5/022; F21W101/12; F21W101/14; F21Y101/02
- european: H01L33/00G3D; H01S5/02H
Application number: DE20001017336 20000407
Priority number(s): DE20001017336 20000407

Report a data error here

Abstract of DE10017336

The semiconductor wafer manufacturing method has a number of layers (2,3,4,5,6,7,8) applied to a semiconductor substrate (1) by epitaxial deposition, with a carrier substrate applied to the uppermost epitaxial layer (8) before removal of the semiconductor substrate. The uppermost epitaxial layer is at least partially metallized before attaching to the carrier substrate via an adhesive. An independent claim for a 2-pole light-emitting semiconductor component is also included.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



DE 6

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 17 336 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
H 01 L 33/00
H 01 S 5/022
// F21W 101:12,
101:14, F21Y 101:02

②① Aktenzeichen: 100 17 336.5
②② Anmeldetag: 7. 4. 2000
④③ Offenlegungstag: 18. 10. 2001

DE 100 17 336 A 1

BEST AVAILABLE COPY

⑦① Anmelder:
Vishay Semiconductor GmbH, 74072 Heilbronn, DE

⑦② Erfinder:
Braun, Matthias, Dipl.-Phys., 74081 Heilbronn, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 199 45 465 A1
EP 06 16 376 A1
EP 04 34 233 A1
EP 03 56 037 A2
JP 8-88410 A (abstract). DOKIDX; In: DEPATIS,
JPO, 1996;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ verfahren zur Herstellung von strahlungsemitierenden Halbleiter-Wafern

⑤⑦ Bei bekannten Verfahren und Anordnungen wird zur Erhöhung der Strahlungsleistung das ursprüngliche Substrat am Wafer durch ein Trägersubstrat ersetzt. Die Anbringung des Trägersubstrats erfolgt bei hohen Temperaturen und/oder hohen Drücken. Dadurch entstehen Spannungen im Wafer, die zu einer schnelleren Degradation führen können.

Der komplette Wafer inklusive dem ursprünglichen Substrat wird an der, dem ursprünglichen Substrat gegenüberliegenden, vorab metallisierten Seite mit einem weiteren Trägersubstrat spannungsfrei verklebt.

Ein solches Verfahren und die darauf resultierenden Anwendungen ermöglichen einen einfachen und kostengünstigen Aufbau von sehr hellen und flachen strahlungsemitierenden degradationsarmen Halbleiterdioden, insbesondere AlInGaP-Leuchtdioden, die mit hohen Strömen bei Tageslichtwendungen, insbesondere als Bremsleuchten, im Kraftfahrzeugbereich eingesetzt werden.

DE 100 17 336 A 1

- [0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von strahlungsemitierenden Halbleiter-Wafern gemäß dem Patentanspruch 1.
- [0002] Es sind strahlungsemitierende Dioden (LEDs) bekannt, die auf der Basis von AlInGaP mittels MOVPE (Metal Organic Vapour Phase Epitaxy) auf GaAs aufgebracht sind. Das GaAs-Halbleiter-Substrat ist jedoch bei der emittierenden Wellenlänge absorbierenden und weist eine schlechte thermische Leitfähigkeit mit $\lambda = 0,54 \text{ W/K} \cdot \text{cm}$ auf. Da insbesondere Leuchtdioden aufgrund ihrer hohen Lebensdauer verstärkt bei Tageslichtanwendungen, insbesondere im Kraftfahrzeug, bei den Bremsleuchten als Glühlampenersatz verwendet werden, benötigt man hohe Lichtleistungen. Um hohe Lichtleistungen mit herkömmlichen Technologien zu erzielen, müssen alle Absorptionsursachen beseitigt werden. Aus diesem Grund werden beim Aufbau von strahlungsemitierenden Halbleiter-Wafern zur Zeit zwei unterschiedliche Techniken angewendet. Zum einen kann ein Braggreflektor zwischen Halbleiter-Substrat und strahlungsemitierenden Schichten verwendet werden oder aber das absorbierende GaAs-Halbleiter-Substrat wird durch ein transparentes GaP-Halbleiter-Substrat ersetzt.
- [0003] Nachteilig hierbei ist es jedoch, dass die verwendeten Halbleiter-Substrate sehr teuer sind und nicht immer alle benötigten Eigenschaften aufweisen. Insbesondere leitet das GaP-Halbleiter-Substrat die Verlustleistung auch nur schlecht ab und im Hochleistungsbetrieb erwärmt sich die LED stark. Die thermische Leitfähigkeit von GaP beträgt auch nur $\lambda = 1,1 \text{ W/K} \cdot \text{cm}$. Dadurch wird die Lichtleistung begrenzt und es kann bei einer zu starken Erwärmung eine Wellenlängenverschiebung stattfinden. Auch werden große Schichtdicken (ca. 200–300 μm) des GaP-Substrats benötigt. Daher sind geringe Bauhöhen nicht realisierbar. Durch die große Schichtdicke erhöht sich auch der thermische Widerstand.
- [0004] Aus der EP 0 616 376 A1 und EP 0 356 037 B1 sind Verfahren bekannt, die auf der Oberseite eines Wafers, welcher auf seiner Unterseite das ursprüngliche Substrat aufweist, ein weiteres Halbleiter-Substrat anbringen. Die Anbringung erfolgt durch das sogenannte Waferbonden. Nach dem Waferbonden wird das ursprüngliche Substrat entfernt.
- [0005] Nachteilig hierbei ist jedoch, dass beim Waferbonden hohe Temperaturen und vor allem ein hoher Anpressdruck benötigt wird. Dadurch werden im Wafer hohe mechanische Spannungen erzeugt und die lichtemittierenden Schichten können beschädigt oder zerstört werden. Auch sind die Prozesszeiten beim Waferbonden sehr lang. Ein weiterer Nachteil ergibt sich durch das aufwendige Justieren der Kristallachsen beim Waferbonden.
- [0006] Aus den IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 10, No. 8, August 1998, page 1061; Grabherr, M. und andere: 'Bottom-Emitting VCSEL's for High-CW Optical Output Power' ist ein Aufbau bekannt, bei dem auf einem GaAs-Substrat lichtempfindliche Schichten gewachsen sind. Darauf befindet sich eine Löttschicht. Hier ist das Bauteil an eine Wärmesenke angelötet, welche aus einer Schicht Diamant und einer Schicht Kupfer besteht. Der Strahlungsausstritt erfolgt über das GaAs-Substrat. Die lichtempfindlichen Schichten sind zum Teil in der Löttschicht eingebettet.
- [0007] Nachteile ergeben sich bei diesem Aufbau dadurch, dass der Aufbau sehr hoch ist und mechanische Spannungen am Halbleiter beim Verlöten in die Wärmesenke durch Krafteinwirkung an den Seitenwänden auftreten und der Wafer hohen Temperaturen ausgesetzt ist, so dass die Degradation ansteigt.
- [0008] Aus den Electronics Letters, Vol. 33, No. 13, 19th June 1997, page 1148–1149; Matsuo, S. und andere: 'Use of polyimide bonding for hybrid integration of a vertical cavity surface emitting laser on a silicon substrat' ist gleichfalls eine Laseranordnung offenbart, bei der auf einem GaAs-Substrat lichtempfindliche Schichten aufgebracht sind, die in Braggreflektoren eingebettet sind. Auf der obersten Braggreflektorschicht befindet sich als mechanisches Puffer eine Polyimid-Schicht. Mit dieser Schicht wird ein zusätzliches Silizium-Substrat, auf dem partiell Goldkontakte ausgebildet sind, durch Bonden verbunden. Die lichtempfindlichen Schichten mit den Braggreflektoren sind komplett in der Polyimidschicht eingebettet. Das ursprüngliche GaAs-Substrat wird zum Schluss entfernt.
- [0009] Nachteilig hierbei ist, dass das Polyimid, das den Halbleiter ganz umgibt, Spannungen auf diesen ausübt und dadurch die Degradation erhöht. Ein weiterer Nachteil besteht in dem hohen Aufbau der Anordnung, wodurch der untere Kontakt nicht bis ganz an die Oberfläche des Aufbaus geführt werden kann. Ferner weist das Silizium-Substrat einen hohen thermischen Widerstand auf.
- [0010] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art aufzuzeigen, mit dem strahlungsemitierende flache, degradationsarme Halbleiteranordnungen hergestellt werden können, die sowohl eine hohe Lichtausbeute, als auch im Hochleistungsbetrieb eine gute Wärmeabfuhr aufweisen und mit dem eine kostengünstige Herstellung gewährleistet ist.
- [0011] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst. Hierbei wird ein Verfahren zur Herstellung von strahlungsemitierenden Halbleiter-Wafern offenbart, bei dem das Trägersubstrat, mit den gewünschten Eigenschaften, auf den Halbleiter-Wafer aufgeklebt wird. Der Halbleiter-Wafer weist beim Zusammenkleben noch das ursprüngliche Substrat auf, das sich auf der dem Trägersubstrat abgewandten Seite befindet. Vor dem Verkleben von Halbleiter-Wafer und Trägersubstrat wird die Oberfläche an der Oberseite der epitaxierten Schicht des Halbleiter-Aufbaus mit einer ganzflächigen oder partiellen Metallisierung versehen.
- [0012] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen. In diesen wird der Halbleiter-Aufbau mit einer reflektierenden Metallisierung versehen. Auch das Trägersubstrat wird an einer Seite mit einer Metallisierung abgedeckt. Werden die beiden Teile an ihrer Metallisierung miteinander verklebt, so wird die im aktiven Teil erzeugte Strahlung, die in die obere epitaxierte Schicht gelangt, zurückreflektiert. Auch kann durch die Metallisierung die Ausbildung von den Kontaktflächen vereinfacht werden, sofern das Trägersubstrat nicht selbst bereits metallisch ist. Bei einer weiteren Ausbildung wird als Trägersubstrat ein Material mit einer höheren thermischen Leitfähigkeit $\lambda > 1,1 \text{ W/K} \cdot \text{cm}$ insbesondere Keramik, Siliziumcarbid SiC oder Saphir Al_2O_3 verwendet, so dass die Halbleiter-Bauelemente mit höheren Strömen betrieben und höhere Lichtleistungen erzielt werden können, ohne dass unerwünschte Nebeneffekte wie Wellenlängenverschiebung, Stagnation der Lichtausbeute und Verringerung der Lebensdauer zu erwarten sind.
- [0013] Die Vorteile der Erfindung sind die einfache und kostengünstige Herstellung flacher, heller und degradationsarmer, strahlungsemitierender Bauelemente. Dadurch, dass das Trägersubstrat schon aufgebracht wird, bevor das ursprüngliche Substrat entfernt wird, ist der Wafer für die Weiterverarbeitung sehr stabil. Eine zusätzliche mechanische Pufferschicht wird nicht mehr benötigt. Auch können für das Trägersubstrat verschiedenste Stoffe ausgewählt werden, unabhängig davon, ob es sich um einen Leiter, Halblei-

ter oder Isolator handelt. Hierbei sind die Eigenschaften wie thermische Leitfähigkeit, Strahlungsleitfähigkeit, Reflexionsvermögen des Trägersubstrats und der Verbindung zwischen Trägersubstrat und Fensterschicht so gewählt, dass höhere Strahlungsleistungen erzielt werden können. Auch kann durch einen solchen Aufbau die Lebensdauer der Bauelemente im Vergleich zu ähnlichen Aufbauten vergrößert werden. Gleichfalls kann das Trägersubstrat flacher aufgebaut werden, so dass sich mit diesem Verfahren besonders dünne Halbleiterbauelemente herstellen lassen. Insbesondere erlaubt ein mechanisch stabiles Trägersubstrat eine geringere Substratdicke als die bekannten strahlungsemitierenden Dioden auf transparentem GaP-Substrat. Auch kann durch den dünneren Substrataufbau der thermische Widerstand des Bauteils signifikant verkleinert werden.

[0014] Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher erläutert werden. Es zeigen:

[0015] Fig. 1 Schichtstruktur des strahlungsemitierenden Halbleiters aufbau vor der Montage auf einen Isolator

[0016] Fig. 2a Metallisieren von Halbleiter-Wafer und Trägersubstrat

[0017] Fig. 2b Verkleben von Halbleiter-Wafer und Trägersubstrat mit leitendem Kleber

[0018] Fig. 2c Entfernen des ursprünglichen Substrats

[0019] Fig. 2d Strukturierung des lichtaktiven Teils

[0020] Fig. 2e Abtrennung der Vorder- und Rückseitenkontakte

[0021] Fig. 2f Passivierung

[0022] Fig. 2g Ausbildung der Kontakte

[0023] Fig. 2h Vereinzeln

[0024] Fig. 3 Querschnitt durch ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement mit einem nachträglich aufgebracht Trägersubstrat

[0025] Fig. 4 Draufsicht auf ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement mit einem nachträglich aufgebracht Trägersubstrat

[0026] Fig. 5 Verkleben von Halbleiter-Wafer und Trägersubstrat mit isolierendem Kleber

[0027] Fig. 1 zeigt die Schichtstruktur des strahlungsemitierenden Halbleiters aufbau vor der Montage auf ein Trägersubstrat. Zur Herstellung eines solchen Halbleiters aufbau wird die Struktur mit den photoaktiven Schichten zunächst wie bei konventionellen LEDs (Licht Emittierende Diode) auf ein GaAs-Substrat mittels MOVPE oder eines anderen Verfahrens gewachsen. Die Dicke des GaAs-Substrats 1 beträgt in etwa 350 µm. Auf dem Substrat wird nach geeigneten Zwischenschichten, welche nicht eingezeichnet sind, eine sogenannte Stopschicht 2 gewachsen, die später ermöglichen soll, das Substrat 1 selektiv von den darüber gewachsenen Schichten 3, 4, 5, 6, 7, 8 zu entfernen. Die Dicke der Stopschicht 2, die aus $\text{Al}_{0,5}\text{GaAs}$ besteht, beträgt ca. 0,5 µm. Nachfolgend wird eine hochdotierte, transparente Kontaktierungsschicht 3, insbesondere $\text{n}^{++}\text{GaIn}_{0,25}\text{P}$ gewachsen, auf die später die Kontakte an der strahlungsemitierenden Seite aufgebracht werden. Die Dicke dieser Kontaktierungsschicht beträgt ca. 0,02 µm. Danach wird eine sogenannte "spreading" Schicht 4, die nachfolgend als Stromverteilungsschicht bezeichnet werden soll, aus hochdotiertem $\text{n}^{++}\text{Al}_{0,6}\text{GaInP}$ aufgebracht, die für eine günstige Stromverteilung sorgt und deren Schichtdicke im Bereich von ca. 1–2 µm liegt. Darauf wird eine ca. 0,5 µm dicke Mantelschicht 5 aus $\text{n}^{++}\text{Al}_{0,6}\text{GaInP}$ aufgebracht. Die darauf liegende Schicht ist die eigentliche photoaktive Schicht 6 aus AlGaInP . Auf dieser befindet sich die zweite 0,5 µm dicke Mantelschicht 7 aus $\text{p}^{++}\text{Al}_{0,6}\text{GaInP}$. Darüber wird als letzte Schicht aus technologischen Gründen zur Verbesserung der Lichtauskopplung und zur mechanischen Pufferung eine

Fensterschicht 8 aus p^{++}GaP mit einer Schichtdicke im Bereich von ca. 3–6 µm gewachsen, auf die später eine reflektierende Metallisierung aufgebracht wird, die gleichzeitig den Kontakt zum später anzubringenden Trägersubstrat gewährleistet. Ein Halbleiter-Wafer mit einer solchen Schichtstruktur bildet die Grundlage für das in den Fig. 2a–h dargestellte Verfahren.

[0028] Fig. 2a zeigt das Metallisieren von Halbleiterwafer und Trägersubstrat. Es stellt den ersten Schritt für das Verfahren zur Herstellung von strahlungsemitierenden Halbleiterbauelementen mit einem gut thermisch leitenden Trägersubstrat dar. Hierbei wird die Vorderseite eines zweiten Substrats 9, im folgenden als Trägersubstrat bezeichnet, mit einer gut haftenden Metallisierung 10, insbesondere Ti, Pd, Ag oder Mischungen daraus, versehen. Das Trägersubstrat zeichnet sich dadurch aus, dass es beispielsweise eine bessere thermische Leitfähigkeit als GaP mit $\lambda > 1,1 \text{ W/K} \cdot \text{cm}$ aufweist. Auch seine Dicke beträgt nur ca. 100 µm. Gleichfalls wird die epitaxiierte Seite – also die Fensterschicht 8 – des Halbleiter-Wafers, wie er in Fig. 1 abgebildet ist, mit einer reflektierenden Metallisierung 11, aus beispielsweise Au, Zn, Ag, Ge, Ni oder Mischungen daraus, versehen. Diese reflektierende Metallisierung 11 hat zwei Aufgaben. Zum einen gewährleistet sie einen ohmschen Kontakt und eine hochreflektierende Fläche und zum anderen eignet sie sich zum Verkleben mit dem metallisierten Trägersubstrat 10 unter Verwendung eines geeigneten Klebers wie beispielsweise Polyimid oder Silicon. Im Anwendungsbeispiel wird ein elektrisch leitender Kleber wie z. B. Ag-gefülltes Polyimid verwendet, der zusammen mit den Metallisierungen eine elektrisch leitende Verbindungsschicht bildet, dies ist jedoch nicht zwingend der Fall.

[0029] Fig. 2b zeigt das Verbinden von Halbleiter-Wafer und Trägersubstrat. In diesem zweiten Schritt erfolgt das Verkleben von Trägersubstrat 9 und Fensterschicht 8 des Halbleiter-Wafers, wie er in Fig. 1 abgebildet ist, an den beiden metallisierten Seiten 10 und 11. Dieser Prozess soll bei niedrigen Drücken und niedrigen Temperaturen erfolgen, um möglichst wenig Spannung zu induzieren. Die Kleberschicht 13 verbindet den metallisierten Halbleiter-Wafer und das neue Trägersubstrat 9. In diesem Anwendungsbeispiel wird als Kleber Ag-gefülltes Polyimid verwendet. Dieser Klebstoff ist leitfähig und nicht transparent.

[0030] Danach wird, wie in Fig. 2c dargestellt, das bisherige GaAs-Substrat 1 selektiv bis zur Ätzstopschicht 2 entfernt. Durch die Entfernung der Ätzstopschicht 2 wird die hochdotierte Kontaktschicht 3 freigelegt. Der dabei entstandene neue Wafer besteht jetzt aus einem Träger 9, der eine sehr gute thermische Leitfähigkeit aufweist, einer Kleberschicht 13, die zwischen zwei Metallisierungsschichten 10, 11 angeordnet ist und einem strahlungsemitierenden Halbleiteraufbau 12. Der strahlungsemitierende Halbleiteraufbau 12 wiederum setzt sich zusammen aus einer Fensterschicht 8 aus p^{++}GaP mit einer Schichtdicke im Bereich von ca. 3–6 µm. Auf dieser befindet sich eine 0,5 µm dicke Mantelschicht 7 aus $\text{p}^{++}\text{Al}_{0,6}\text{GaInP}$. Die darauf liegende Schicht ist die eigentliche photoaktive Schicht 6 aus AlGaInP . Darauf ist eine weitere ca. 0,5 µm dicke Mantelschicht 5 aus $\text{n}^{++}\text{Al}_{0,6}\text{GaInP}$ vorhanden. Nach dieser ist die Stromverteilungsschicht 4 aus hochdotiertem $\text{n}^{++}\text{Al}_{0,6}\text{GaInP}$ angeordnet, die für eine günstige Stromverteilung sorgt und deren Schichtdicke im Bereich von ca. 1–2 µm liegt. Ganz oben befindet sich jetzt die hochdotierte, transparente Kontaktierungsschicht 3, insbesondere aus $\text{n}^{++}\text{GaIn}_{0,25}\text{P}$. Die Dicke dieser Kontaktierungsschicht beträgt ca. 0,02 µm.

[0031] Im nachfolgenden vierten Schritt, wie in Fig. 2d dargestellt, wird durch eine Mesaätzung die aktive Fläche

des Aufbaus festgelegt. Der strahlungsemitierende Halbleitersaufbau 12 mit allen Schichten (3, 4, 5, 6, 7, 8) wird partiell bis hin zur Metallisierung 10 abgetragen, da die elastische leitfähige Kleberschicht 13 und die darüber angeordnete reflektierende Metallisierung 11 des Halbleitersaufbaus für das spätere Bonden des Bauelements nicht geeignet sind. Dadurch wird der verbleibende strahlungsemitierende Halbleitersaufbau 12 strukturiert und die aktive Fläche der später entstehenden Einzelbauelemente 21 festgelegt.

[0032] Die in Fig. 2e schematisch dargestellte Ätzung führt zur galvanischen Trennung von Vorderseiten- 14 und Rückseitenkontakt 15. Hierbei wird die Metallisierungsschicht 10 durchstrukturiert, das heißt die Metallisierung des Trägersubstrats 10 wird partiell bis hin zum Trägersubstrat 9 abgetragen. Die verbleibende Metallisierung 10 bildet die unelastischen Kontaktflächen für den Vorder- 14 und Rückseitenkontakt 15 aus. Auch werden in diesem Schritt Trennungsspalten 19 für die spätere Vereinzelung eingeätzt.

[0033] In Fig. 2f wird die Passivierungsschicht 16 aufgebracht. Dabei wird der Graben zwischen Vorderseiten- 14 und Rückseitenkontakt 15 in der Metallisierung 10 und die Seitenfläche des strahlungsemitierenden Halbleitersaufbaus 12 passiviert. Gleichfalls wird rahmenförmig um die obere Kontaktierungsschicht 3 herum passiviert.

[0034] In Fig. 2g erfolgt die Metallisierung zur Herstellung der Kontakte 17, 20, an denen das später vereinzelte Bauteil an eine Schaltung angeschlossen werden kann. Der gesamte metallische Vorderseitenkontakt verläuft von der Oberfläche, auf der er fingerförmig 18 angeordnet ist, entlang der Passivierungsschicht 16 bis hin zur Trägermetallisierung 10, wo er den Vorderseitenkontakt 20 auf der Vorderseitenkontaktfläche 14 ausbildet. Am Vorderseitenkontakt 20 kann das Bauteil elektrisch verbunden werden. Die Metallisierungen können unter anderem mittels Lift-off-Verfahren realisiert werden.

[0035] In Fig. 2h erfolgt als letzter Schritt die Vereinzelung der strahlungsemitierenden Halbleiterbauelemente 21. Hierbei wird das Trägersubstrat 9 am Spalt 19 durchtrennt und damit die letzten Verbindungsstücke von Bauelement 21 zu Bauelement 21 abgetrennt.

[0036] Fig. 3 zeigt den Querschnitt durch ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement 21 mit einem thermisch gut leitenden Trägersubstrat 9. Auf der Unterseite befindet sich das Trägersubstrat 9, welches eine im Vergleich zum GaP-Substrat höhere thermische Leitfähigkeit $\lambda > 1,1 \text{ W/K} \cdot \text{cm}$ aufweist. Als Materialien für das Trägersubstrat 9 eignen sich besonders Keramik, Saphir (Al_2O_3) und Siliziumcarbid (SiC) mit Werten im Bereich von $2 \text{ W/K} \cdot \text{cm}$ bis $4 \text{ W/K} \cdot \text{cm}$. Das Trägersubstrat 9 hat in diesem Ausführungsbeispiel eine Dicke von $100 \mu\text{m}$ und ist metallisiert. Darauf folgt die Kleberschicht 13, die das Trägersubstrat und den strahlungsemitierenden Halbleitersaufbau 12 miteinander verbindet. Die Metallisierung 11 ist reflektierend, so dass das Licht aus dem strahlungsemitierenden Halbleitersaufbau 12 in diesen zurückreflektiert wird und nicht im Falle eines absorbierenden Trägersubstrats 9 oder Klebers dort verloren geht. Auch ist die Trägermetallisierung 10 auf dem Trägersubstrat 9 in zwei Teilbereiche aufgeteilt. Der eine bildet die Vorderseitenkontaktfläche 14 und der andere Teil bildet die Rückseitenkontaktfläche 15 aus. Auf der Rückseitenkontaktfläche ist der strahlungsemitierende Halbleitersaufbau 12 angeordnet. Dieser besteht aus einer Fensterschicht 8 aus p++GaP mit einer Schichtdicke im Bereich von ca. $3\text{--}6 \mu\text{m}$. Auf dieser befindet sich eine $0,5 \mu\text{m}$ dicke Mantelschicht 7 aus $\text{p+Al}_{0,6}\text{GaInP}$. Die darauf liegende Schicht ist die eigentliche photoaktive Schicht 6 aus AlGaInP . Darauf ist eine weitere ca. $0,5 \mu\text{m}$ dicke Mantelschicht 5 aus $\text{n+Al}_{0,6}\text{GaInP}$ vorhanden. Nach dieser ist

eine Stromverteilungsschicht 4 aus hochdotiertem $\text{n++Al}_{0,6}\text{GaInP}$ angeordnet, die für eine günstige Stromverteilung sorgt und deren Schichtdicke im Bereich von ca. $1\text{--}2 \mu\text{m}$ liegt. Ganz oben befindet sich jetzt die hochdotierte, transparente Kontaktierungsschicht 3, insbesondere $\text{n++GaIn}_{0,25}\text{P}$. Die Dicke dieser Kontaktierungsschicht 3 beträgt ca. $0,02 \mu\text{m}$. Der strahlungsemitierende Halbleitersaufbau 12 ist von einer Passivierungsschicht 16 umgeben, die auch rahmenförmig die Oberfläche der Kontaktierungsschicht 3 umschließt und im Graben zwischen Vorderseitenkontaktfläche 14 und Rückseitenkontaktfläche 15 angeordnet ist. Auf dem verbleibenden Teil der Rückseitenkontaktfläche 15 der Trägermetallisierung 10 wird eine weitere Metallisierung aufgebracht, die dann den Rückseitenkontakt 17 des Bauelements darstellt. Die Bezeichnung Rückseitenkontakt 17 wird deshalb gewählt, weil sie mit der Unterseite des strahlungsemitierenden Halbleitersaufbaus 12 verbunden ist und nicht, weil sie sich auf der Rückseite des gesamten Bauelements 21 befindet. Der Vorderseitenkontakt 20 wird an der gegenüberliegenden Seite gleichfalls durch eine Metallisierung ausgebildet. Diese Metallisierung verläuft entlang der Vorderseitenkontaktfläche 14 der Trägermetallisierung 10 an der Seite hinauf entlang der Passivierung und dann oben von der Passivierungsschicht fingerförmig 18 auf der

Kontaktschicht 3 des Halbleitersaufbaus 12.

[0037] Fig. 4 zeigt die Draufsicht auf ein strahlungsemitierendes Halbleiterbauelement mit einem thermisch gut leitenden Trägersubstrat. Hier befindet sich in der Mitte der Abbildung die Kontaktierungsschicht 3 des strahlungsemitierenden Halbleitersaufbaus 12. In diese Kontaktierungsschicht ragt der fingerförmige Teil 18 des Vorderseitenkontakts 20. Die fingerförmige Anordnung dient hierbei zur Verteilung der Stromdichte und Erhöhung der Strahlungsausbeute. Gegenüber des Vorderseitenkontakts 20 befindet sich der Rückseitenkontakt 17, der in dieser Abbildung nicht sichtbar über die Trägermetallisierung 10 mit der Rückseite, also der Fensterschicht 8 des strahlungsemitierenden Halbleitersaufbaus 12, verbunden ist. Vorderseiten- 20 und Rückseitenkontakt 17 dienen als Anschlüsse für das Bauelement 21. Auch ist bei dieser Darstellung die Passivierungsschicht 16 dargestellt, die zwischen den Kontakten 17, 20 und des strahlungsemitierenden Halbleitersaufbaus 12 angeordnet ist und die auf der Metallisierung 10 des Trägersubstrats angeordnet ist.

[0038] Fig. 5 zeigt ein weiteres Anwendungsbeispiel analog zur Fig. 2b. Auch hier ist als zweiter Schritt der mit dem Trägersubstrat 9 verklebte metallisierte Halbleiter-Wafer dargestellt. Jedoch wurde in diesem Anwendungsbeispiel kein leitfähiger Kleber 13, sondern ein isolierender, wie beispielsweise Silicon, verwendet. Auch ist die Oberseite 22 des Halbleitersaufbaus nicht leitend, so dass der elektrische Kontakt von einer darunterliegenden Schicht 7 herausgeführt werden muss. Aus diesem Grund weist die Oberfläche der obersten Schicht 22 Kerben 23 auf, die sich bis an die nächstgelegene Schicht 7 erstrecken. Die partielle Metallisierung 11 auf der Oberfläche an der Oberseite 22 ist derart angebracht, dass sie die Kerben 23 ausfüllt und überragt. Auf der obersten Schicht 22 ist zwischen den Kerben 23 partiell der isolierende Kleber 13 angebracht, der zusammen mit der Metallisierung 11 eine Ebene ausbildet. Beim Verkleben wird dadurch erreicht, dass zum einen der elektrische Kontakt zur Trägermetallisierung 10, die später die Kontaktflächen ausbildet, und zum anderen die Klebeverbindung 13 zwischen dem Halbleitersaufbau und dem Trägersubstrat 9 ausgebildet wird. Ist das Trägersubstrat absorbierend, so sollte die Trägermetallisierung reflektierend sein.

[0039] Auch kann als Trägersubstrat nicht nur Kunststoff, Glas, Keramik oder ein Halbleiter verwendet werden, son-

dem es könnte auch ein Metall Verwendung finden. Ein derartiges Trägersubstrat müsste dann nicht noch zusätzlich metallisiert werden, um später die Kontaktflächen auszubilden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von strahlungsemittierenden Halbleiter-Wafern, bei dem zuerst auf einem Halbleiter-Substrat (1) mehrere Schichten (2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) epitaxiert werden, auf der obersten epitaxierten Schicht (8) ein Trägersubstrat (9) angeordnet und anschließend das Halbleiter-Substrat (1) entfernt wird, dadurch gekennzeichnet, dass
 - vor dem Verbinden der obersten Schicht (8) mit dem Trägersubstrat (9) auf der Oberfläche der obersten Schicht (8) eine zumindest partielle Metallisierung (11) aufgebracht wird und
 - diese zumindest partiell metallisierte oberste Schicht (8) mit dem Trägersubstrat (9) zumindest partiell verklebt wird.
2. Verfahren zur Herstellung von strahlungsemittierenden Halbleiter-Wafern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Oberfläche der Oberseite (8) eine reflektierende Metallisierung (11) aufgebracht wird.
3. Verfahren zur Herstellung von strahlungsemittierenden Halbleiter-Wafern nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Verkleben mit der obersten Schicht (8) auf die der obersten Schicht (8) zugewandten Oberfläche des Trägersubstrats (9) eine Metallisierung (10) aufgebracht wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Trägersubstrat (9) verwendet wird, dessen thermische Leitfähigkeit größer ist als die von GaP mit $1,1 \text{ W/K} \cdot \text{cm}$.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Trägersubstrat (9) aus Siliziumcarbid, Saphir oder Keramik verwendet wird.
6. Zweipoliges, strahlungsemittierendes Halbleiterbauelement hergestellt, gemäß des Verfahrens nach Patentanspruch 1, bestehend aus dem Trägersubstrat (9) und einem Halbleiteraufbau (12), dadurch gekennzeichnet, dass auf der Metallisierung (10, 11) zwischen dem Trägersubstrat und dem Halbleiteraufbau (12) zumindest ein Pol (17, 20) ausgebildet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

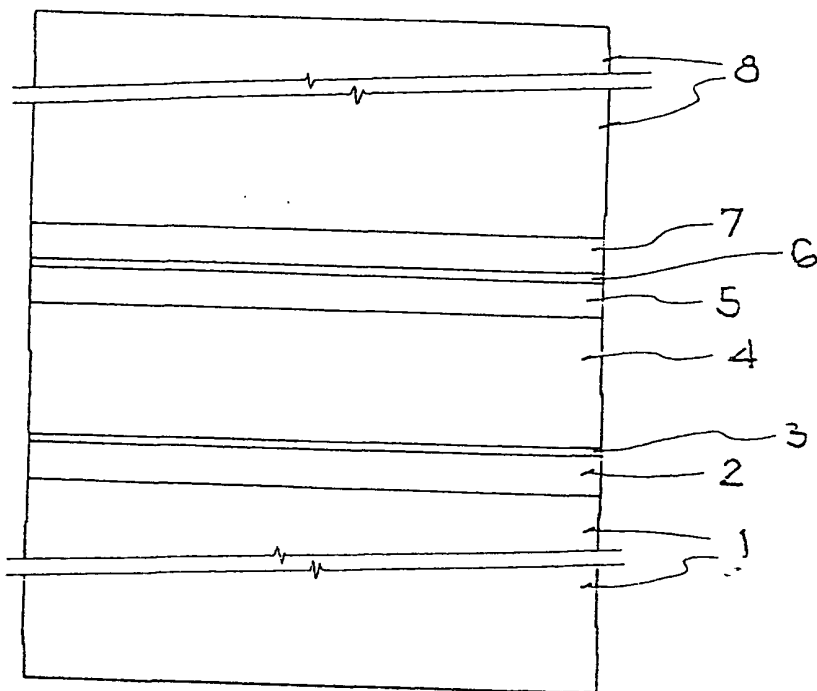


FIG. 1

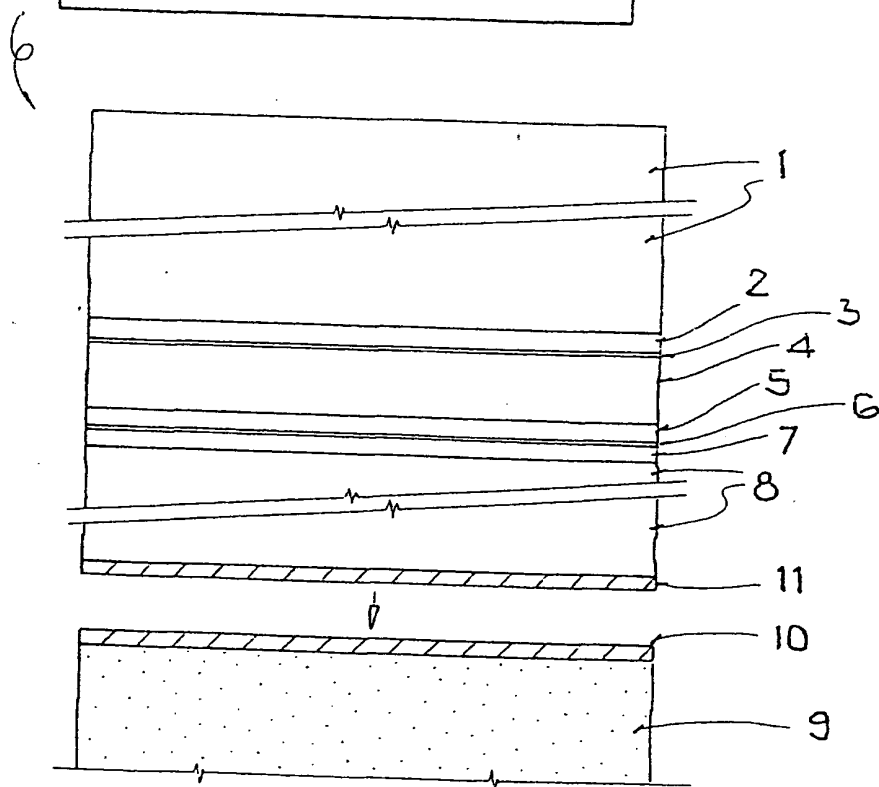


FIG. 2a

BEST AVAILABLE COPY

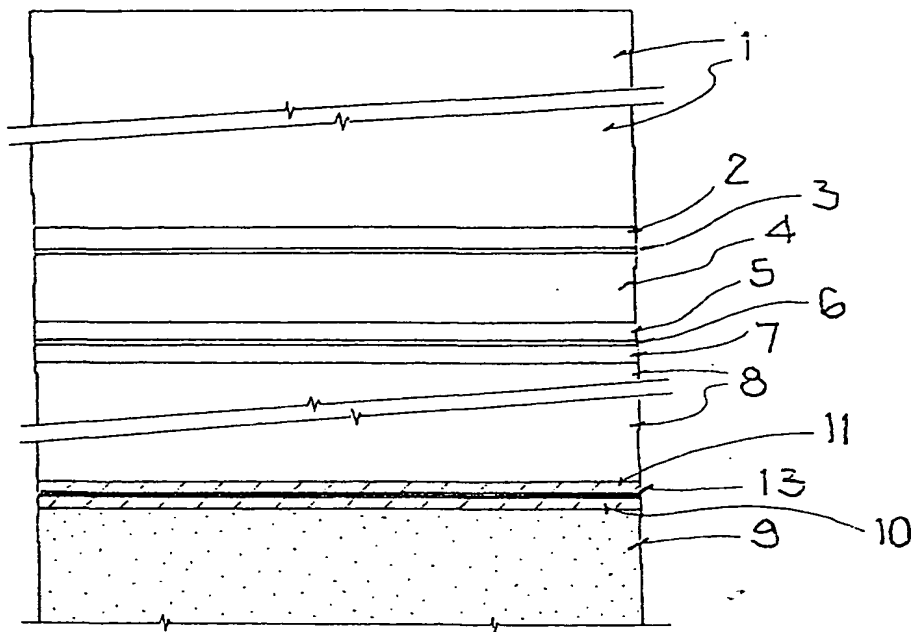


FIG. 2b

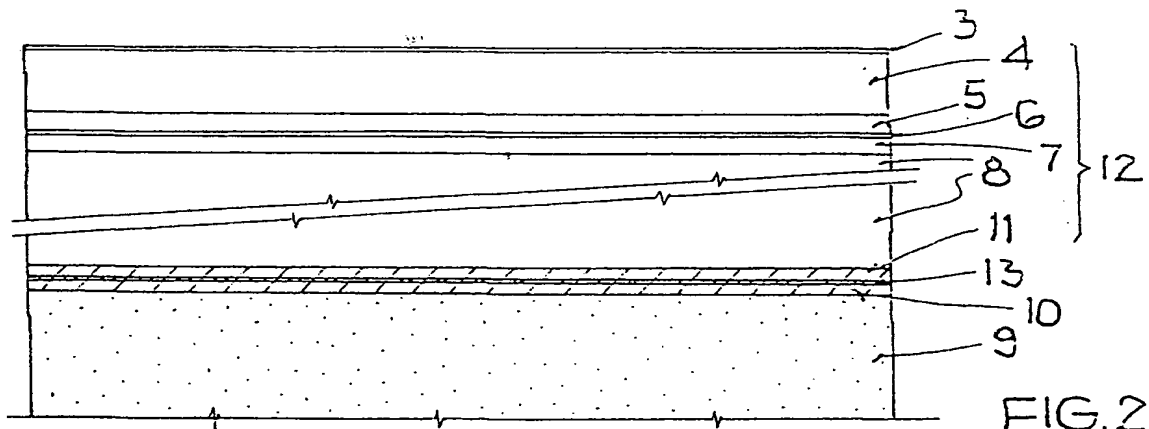
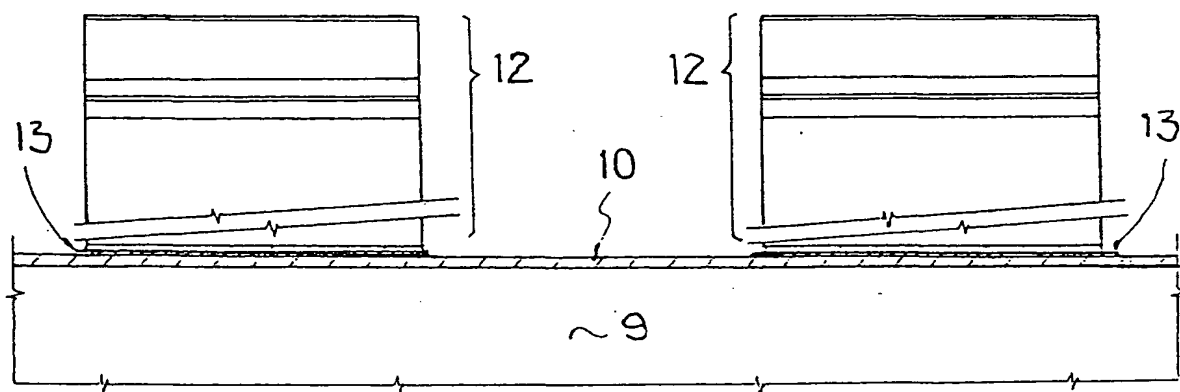


FIG. 2c

FIG. 2d



BEST AVAILABLE COPY

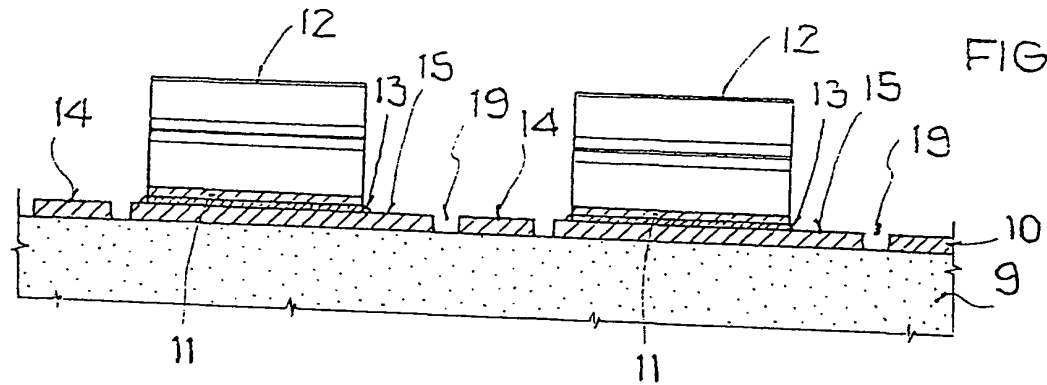


FIG. 2e

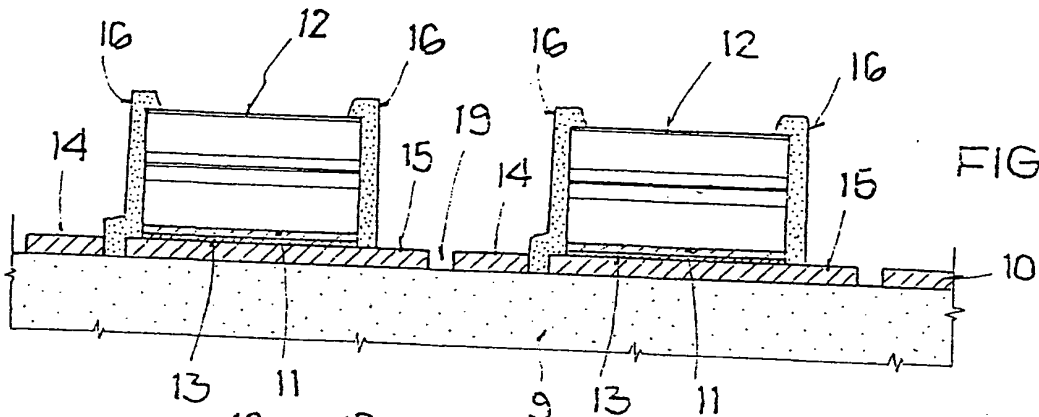


FIG. 2f

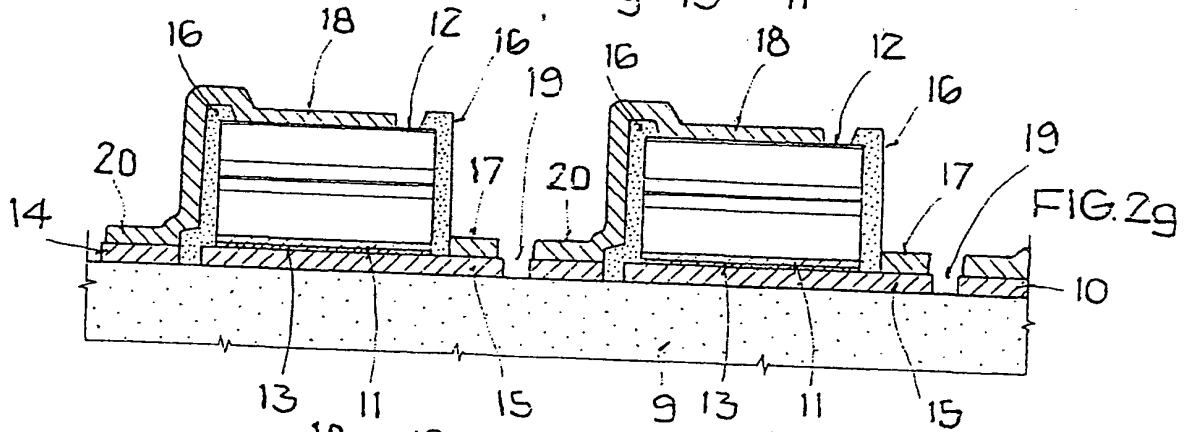


FIG. 2g

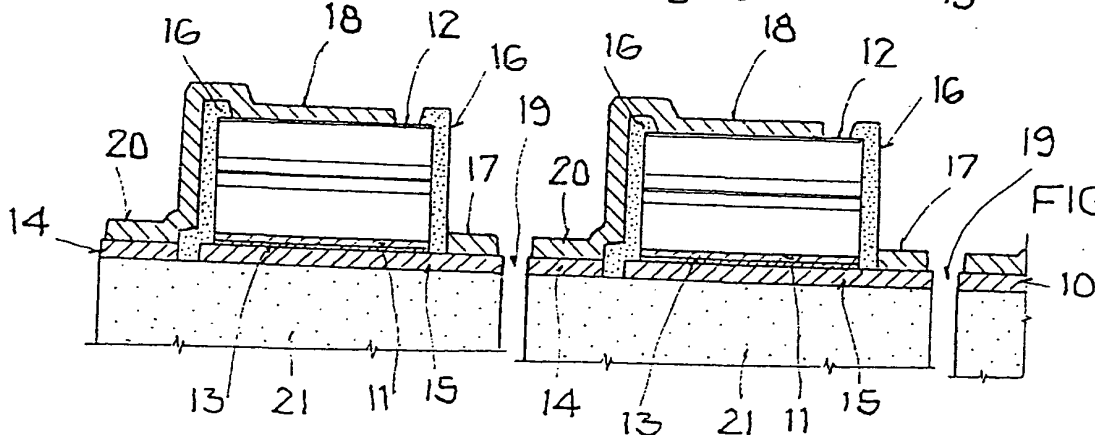


FIG. 2h

BEST AVAILABLE COPY

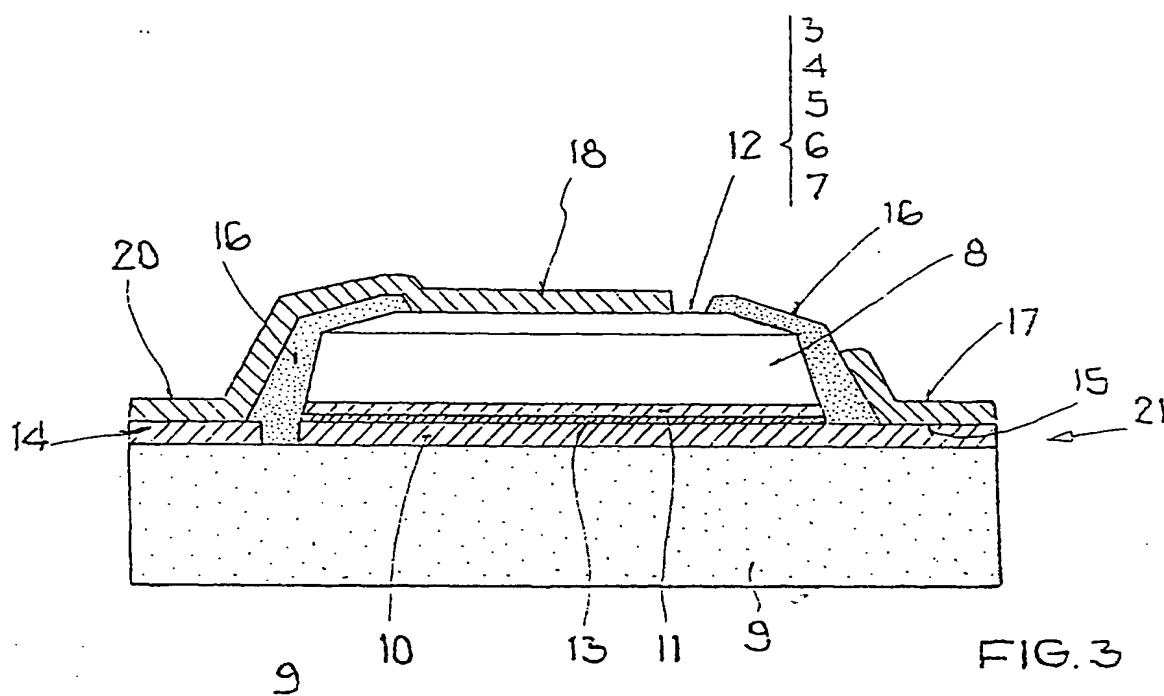


FIG. 3

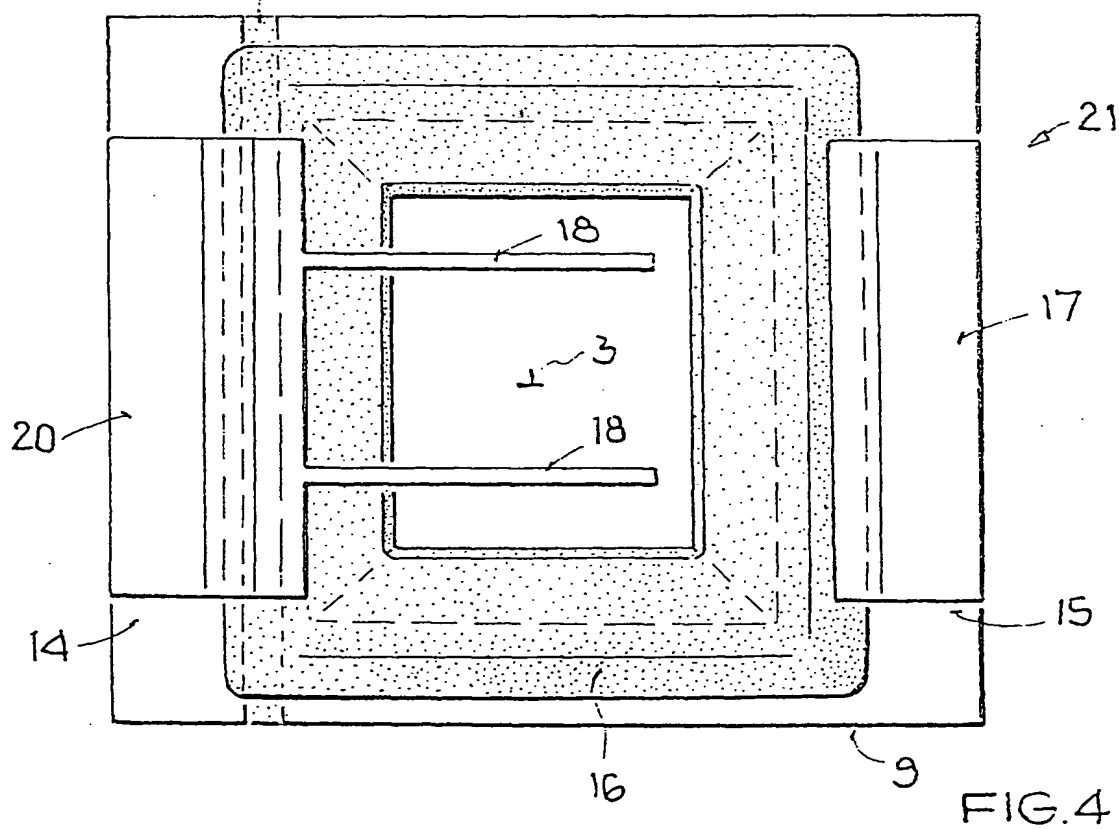


FIG. 4

BEST AVAILABLE COPY

Nummer:
Int. Cl. 7:
Offenlegungstag:

DE 100 17 336 A1
H 01 L 33/00
18. Oktober 2001

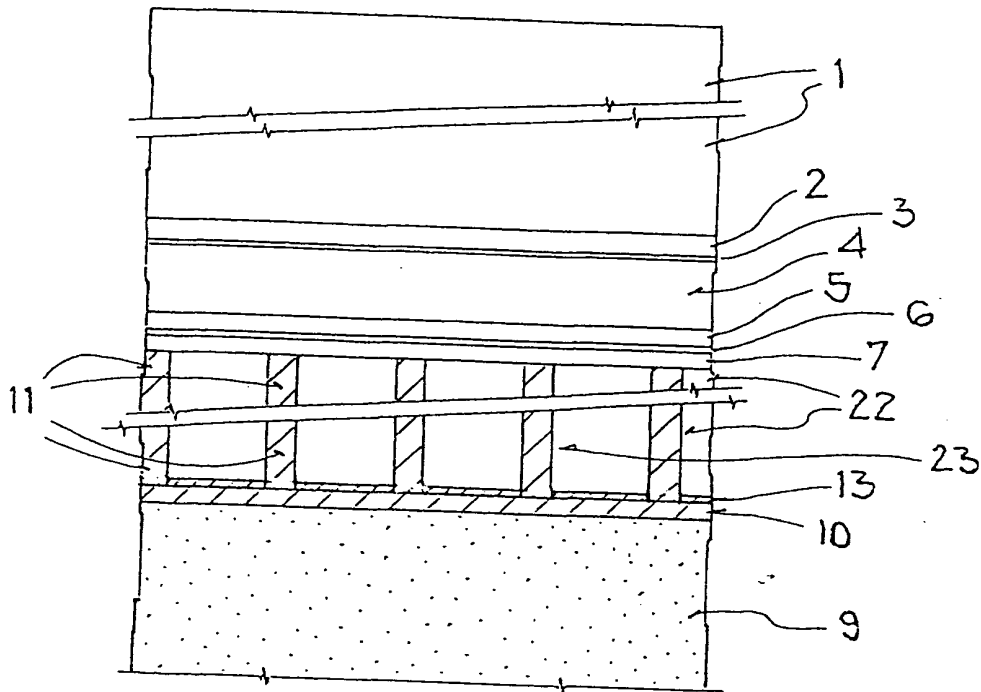


FIG. 5

BEST AVAILABLE COPY